

Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland

Bogenberger, Klaus; Müller, Johannes; Weikl, Simone; Schmöller, Stefan

Veröffentlichungsversion / Published Version
Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Bogenberger, K., Müller, J., Weikl, S., & Schmöller, S. (2016). Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland. In S. Wappelhorst, & C. Jacoby (Hrsg.), *Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung* (S. 157-174). Hannover: Verl. d. ARL. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49859-3>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-ND Lizenz (Namensnennung-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-ND Licence (Attribution-NoDerivatives). For more Information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>

Klaus Bogenberger, Simone Weigl, Stefan Schmöller, Johannes Müller

Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland

URN: urn:nbn:de:0156-4059076



CC-Lizenz: BY-ND 3.0 Deutschland

S. 157 bis 174

Aus:

Christian Jacoby, Sandra Wappelhorst (Hrsg.)

Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung

Arbeitsberichte der ARL 18

Hannover 2016

Klaus Bogenberger, Simone Weikl, Stefan Schmöller, Johannes Müller

Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Die Entwicklung des Carsharing
- 3 Die Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen
 - 3.1 Zeitliche Nutzungsstruktur
 - 3.2 Räumliche Nutzungsstruktur
 - 3.3 Soziodemografische Nutzungsstruktur
 - 3.4 Einfluss des Wetters auf die Nutzung von Carsharing-Systemen
- 4 Elektrofahrzeuge im Carsharing
- 5 Fazit
- Literatur

Kurzfassung

Carsharing-Systeme erfuhren vor allem in den letzten fünf bis zehn Jahren starken Kundenzuwachs. Dies liegt vor allem an den neuen Free-Floating-Systemen ohne Stationsbindung. In diesem Artikel wird zunächst ein Einblick in die Entwicklung des Carsharing gegeben. Unterschiede in der zeitlichen und räumlichen Nutzungsstruktur werden für die verschiedenen Systeme identifiziert. Stationsbasierte Systeme werden überwiegend für längere Zeiträume und größere Distanzen genutzt, während Free-Floating-Systeme vor allem für kurze spontane Ein-Weg-Fahrten genutzt werden. Eine weitergehende Analyse eines Free-Floating-Systems in Berlin und München zeigt eine Abhängigkeit der räumlichen Buchungsstruktur von der Stadtstruktur. Im Bereich der soziodemografischen Einflüsse wird die Anzahl an Dienstleistungen mittlerer Größe als wichtigste Größe für die Anzahl an Buchungen im Free-Floating-Carsharing in Berlin identifiziert. Weitergehende Analysen zeigen einen positiven Einfluss von Schlechtwetterlagen auf Buchungsstunden bei Free-Floating-Systemen zwischen 18 und 20 Uhr. Abschließend wird ausgeführt, inwieweit Elektrofahrzeuge bereits in Carsharing-Systeme integriert sind und welche zusätzlichen logistischen Prozesse dadurch entstehen.

Schlüsselwörter

Carsharing – innovative Mobilitätsdienste – Elektromobilität – Nutzungsverhalten bei Verkehrssystemen – Verkehrswesen

Development and Usage Structure of Carsharing Systems

Abstract

The utilisation of carsharing systems has increased remarkably during the last five to ten years. This is due to the new Free-Floating systems without fixed stations. This article first offers an overview of the development of carsharing. Differences in the temporal and spatial usage structure of the different systems are identified. Station-based systems are primarily used for longer time periods and distances whereas Free-Floating systems are mostly used for short, spontaneous, one-way trips. A further analysis of a Free-Floating carsharing system in Berlin and Munich shows that spatial booking patterns depend on the spatial structure of the specific city. Concerning socio-demographic factors, the number of medium-sized services is the most important factor for the number of bookings made with the Free-Floating system in Berlin. Further analysis shows the positive influence of bad weather on the hours booked with Free-Floating systems between 6 pm and 8 pm. Finally, the article highlights the degree to which electric vehicles are already integrated into carsharing systems and which additional logistic processes thereby emerge.

Keywords

Carsharing – innovative mobility services – electromobility – usage structure of transportation systems – transportation

1 Einleitung

Carsharing-Systeme erfuhren in den letzten fünf bis zehn Jahren starken Kundenzuwachs. Dies liegt vor allem an den neuen Free-Floating-Systemen ohne Stationsbindung. Neue Anbieter aus dem Bereich der Automobilindustrie sind entstanden, Beispiele hierfür sind DriveNow (BMW) und car2go (Daimler). Für viele Kunden bietet Carsharing eine Ergänzung zu ihrem persönlichen Mobilitätsangebot, die den Verzicht auf ein eigenes Fahrzeug ermöglichen kann. Durch situationsbedingt optimale Nutzung aller Verkehrsmittel in der Alltagsmobilität können die Vorteile des privaten Fahrzeugbesitzes bei sinkenden Mobilitätskosten kompensiert werden. Dabei schließt Carsharing eine bisher vorhandene Lücke bei Fahrten, die den – insbesondere spontanen – Gebrauch eines Pkw „erfordern“. Diese Fahrten können nun auch ohne Verfügbarkeit eines eigenen Autos durchgeführt werden.

Im vorliegenden Artikel sollen Ergebnisse von empirischen Datenanalysen eines solchen neuen Free-Floating-Systems vorgestellt werden. Die Besonderheit liegt dabei darin, dass die vorgestellten Ergebnisse auf der Analyse originaler Buchungsdaten eines Anbieters in den Städten München und Berlin basieren. Dabei liegt der Fokus auf der Beschreibung der tatsächlichen Nutzung durch Kunden und der Untersuchung möglicher Einflussfaktoren.

Der Artikel ist folgendermaßen aufgebaut: Zuerst wird in Kapitel 2 die Entwicklung des Carsharing nachgezeichnet. Anschließend werden in Kapitel 3 Ergebnisse der empirischen Datenanalyse vorgestellt. Dabei werden zunächst sowohl zeitliche als auch räumliche Nutzungsmuster dargestellt. Anschließend werden mögliche Einflussfaktoren untersucht. Zunächst wird betrachtet, wie sich die Stadtstruktur auf die Verteilung der Carsharing-Nutzung auswirkt. Des Weiteren wird untersucht, wie stark „schlechtes“ Wetter die Nutzungshäufigkeit beeinflusst. In Kapitel 4 wird kurz aufgezeigt, welche zusätzlichen

Herausforderungen durch die Einflottung von Elektrofahrzeugen auf die Betreiber zukommen, bevor in Kapitel 5 die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst werden.

2 Die Entwicklung des Carsharing

Das Mobilitätskonzept Carsharing entwickelte sich bereits Ende der 1980er Jahre in Luzern (Schweiz) als Alternative zum privaten Fahrzeugbesitz. Dabei spielte der Umweltaspekt eine übergeordnete Rolle. Carsharing wurde in gemeinnützigen Vereinen oder Nachbarschaftsgruppen organisiert, in denen sich mehrere Mitglieder die vorhandenen Fahrzeuge teilten. Seit Ende der 1990er Jahre fand dann eine Professionalisierung des Carsharing statt (Schwieger 2011).

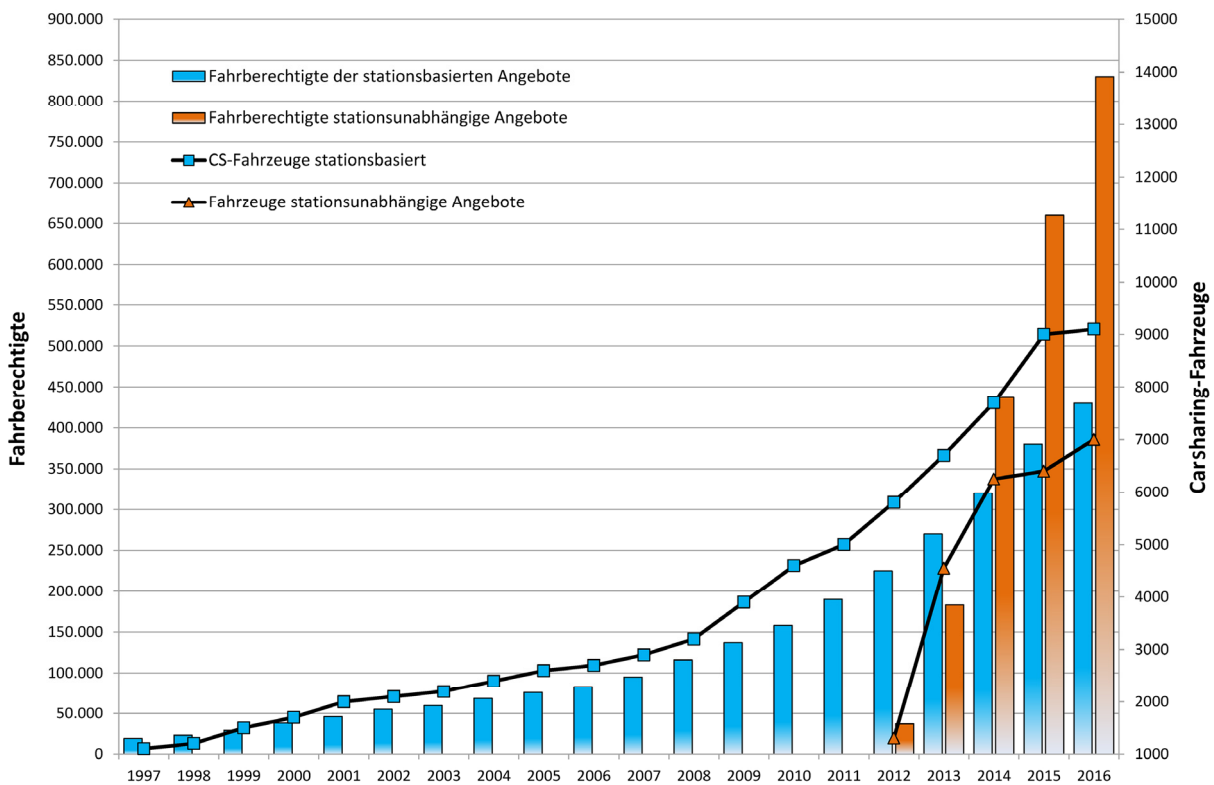
Mittlerweile bieten große, zum Teil internationale Mobilitätsdienstleister eine Vielfalt an Fahrzeugen an verschiedenen Orten an und garantieren eine gute Instandhaltung der Fahrzeuge. Die Kunden registrieren sich meist über das Internet und an Registrierungsstationen. Anschließend kann der Kunde mithilfe einer Smartphone-Anwendung oder über das Internet nach nahegelegenen Fahrzeugen suchen. Nach erfolgreicher Suche kann das passende Fahrzeug gebucht und anschließend genutzt werden. Dabei gibt es unterschiedliche Systeme der Fahrzeugrückgabe. Auch die Preismodelle und Geschäftsbedingungen werden individuell vom jeweiligen Carsharing-Anbieter definiert und sind konzeptabhängig. Die Versicherung ist meist mit Selbstbeteiligung im Preis enthalten.

Mit der Entwicklung und dem Potenzial des Carsharing in Deutschland befassen sich eine Reihe von Autoren (Loose/Mohr/Nobis et al. 2004; Maertins 2006; Wilke 2007; Baum/Heinicke/Mennecke 2012; Harding 2013; Magg/Oppolzer/Roth 2014). Zu Beginn der Entwicklung des Carsharing wurden ausschließlich stationsbasierte Carsharing-Systeme implementiert. Diese zeichnen sich durch feste Stationen z. B. auf angemieteten Parkplätzen oder in Parkgaragen aus. Vor der Nutzung des Fahrzeugs muss dieses unter Angabe des Nutzungsbeginns sowie des Nutzungsendes gebucht werden. Dabei ist die Buchung auch längere Zeit im Voraus möglich. Diese Systeme eignen sich ausschließlich für Rundfahrten, da die Rückgabe des Fahrzeugs stets an der Ausgangsstation erfolgen muss. Verglichen mit Free-Floating-Systemen ist dabei die Ähnlichkeit zur herkömmlichen Autovermietung somit noch stärker vorhanden, bringt aber die zusätzliche Möglichkeit kurz andauernder Buchungen. Meist fallen bei diesen Systemen feste Mitgliedsbeiträge sowie zeit- und kilometerabhängige Nutzungskosten inklusive Benzinkosten und Versicherung mit Selbstbeteiligung an. Das größte stationsgebundene Carsharing-System in Deutschland ist das System Flinkster der Deutschen Bahn AG. Dieses ist deutschlandweit in über 140 Städten mit circa 3.500 Fahrzeugen vertreten.

Die Innovation Carsharing erfuhr vor allem in den letzten vier bis fünf Jahren starken Kundenzuwachs. Mittlerweile nutzen deutschlandweit bereits mehr als 1.250.000 Kunden zahlreiche Carsharing-Angebote. Dieses rasante Wachstum erklärt sich vor allem durch die neuen, sogenannten Free-Floating-Carsharing-Systeme (FFCS), die in Ergänzung zu den traditionellen stationsgebundenen Systemen eingeführt wurden. Diese neuen Systeme sind nicht an Stationen gebunden und erlauben Ein-Weg-Fahrten. Die Entwicklung der Kunden- und Fahrzeugzahlen der klassischen stationsgebundenen und der neuen Free-Floating-Carsharing-Systeme in Deutschland ist in Abbildung 1 dargestellt. Mittlerweile sind deutschlandweit 537 Orte mit Carsharing-Angeboten versorgt, was einer erreichbaren Bevölkerung von mindestens 37 Millionen entspricht.¹

¹ Vgl. <http://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen> (12.07.2016).

Abb. 1: Entwicklung der Kunden- und Fahrzeugzahlen von stationsgebundenen und Free-Floating-Carsharing-Systemen in Deutschland



Quelle: <http://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen> (12.07.2016)

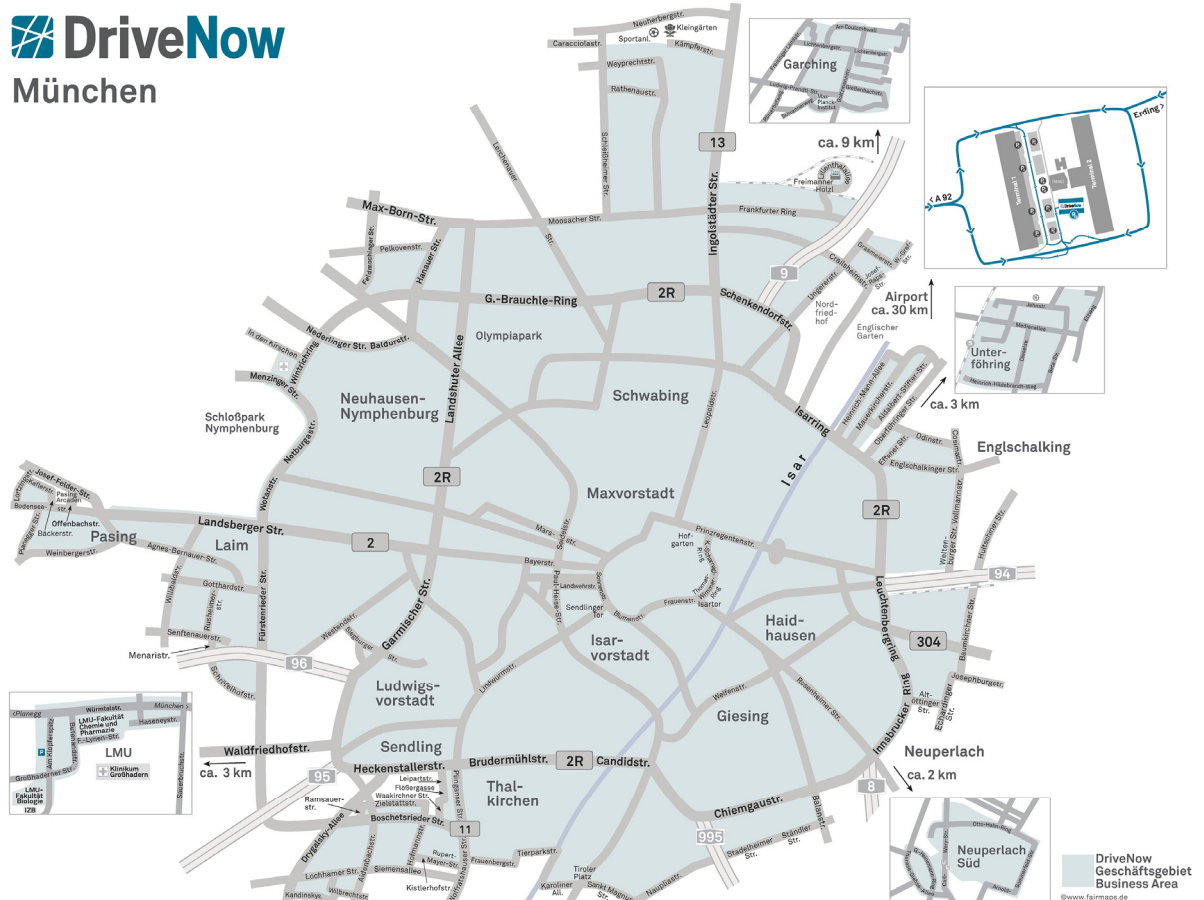
Die Anbieter von Free-Floating-Systemen definieren ein Geschäftsgebiet (meist das Stadtzentrum) und ermöglichen die Rückgabe der Fahrzeuge auf fast jedem beliebigen Parkplatz innerhalb dieses Geschäftsgebiets. Dies wird durch Regelungen mit den entsprechenden Behörden abgesichert. Durch entsprechende Erleichterung bzw. Erschwerung der Parkplatzsituation für Carsharing kann auch die Nutzung des Systems gezielt gestärkt oder gehemmt werden.² Abbildung 2 zeigt exemplarisch das Geschäftsgebiet des Carsharing-Anbieters DriveNow in München. Der Kunde ist nicht mehr an Stationen gebunden und kann die Carsharing-Fahrzeuge auch für Ein-Weg-Fahrten nutzen. Meist setzt sich der Preis aus einer einmaligen Anmeldegebühr sowie zeitabhängigen Nutzungskosten inklusive Benzinkosten und Versicherung mit Selbstbeteiligung zusammen. Einige Anbieter verlangen zusätzliche Gebühren, falls das Fahrzeug außerhalb des Geschäftsgebiets abgestellt wird, sowie reduzierte Nutzungsgebühren während des Parkens. Bei diesen neuen Systemen ist keine Buchung im Voraus notwendig, was die Nutzung flexibler und spontaner macht.

Free-Floating-Carsharing wird vermehrt durch Autohersteller angeboten. Ende 2015 nutzten bereits 830.000 eingeschriebene Kunden diese neuen Systeme. Um wirtschaftlich zu sein, benötigen Free-Floating-Systeme eine hohe Anzahl potenzieller Kunden und eignen sich daher hauptsächlich für Großstädte und verdichtete Ballungsräume mit mindestens 500.000 Einwohnern (Graf 2013). In Deutschland dominieren die Systeme car2go (Joint Venture der Daimler AG mit Europcar) und DriveNow (Joint Venture der

² Für Beispiele, wie solche Übereinkünfte mit den Behörden aussehen können, vgl. Landeshauptstadt München/Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2015).

BMW AG und der Sixt AG). Vor allem car2go expandiert auch global und bietet sein System bereits in 28 Städten weltweit an.

Abb. 2: Geschäftsgebiet des Free-Floating-Carsharing-Systems DriveNow in München



Quelle: <https://de.drive-now.com/#!/carsharing/muenchen> (12.07.2016)

Empirische Studien zeigen, dass Carsharing-Systeme zur Lösung von Problemen in den Bereichen Verkehr, Raumnutzung, Umwelt und Gesellschaft beitragen (Martin/Shahen/Lidicker 2010; Martin/Shahen 2011). Dabei ist erwähnenswert, dass Carsharing zu einer positiven Veränderung des Mobilitätsverhaltens beiträgt und den privaten Fahrzeugbesitz reduziert. Das tatsächliche Ausmaß dieser Reduktion wird in verschiedenen internationalen Studien in einem Bereich von mindestens neun bis zu maximal 23 eingesparten Fahrzeugen pro Carsharing-Fahrzeug angegeben (Chen/Kockelman 2015). Diese positiven Wirkungen wurden bislang vor allem für klassische stationsgebundene Carsharing-Systeme mit Rundfahrten nachgewiesen. Die Wirkungen der neuen Free-Floating-Carsharing-Systeme wurden noch nicht umfassend analysiert. Das vom Bundesumweltministerium geförderte Projekt „WiMobil – Wirkung von E-Car Sharing-Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen“ schließt diese Lücke. Für die Testfelder München und Berlin und die Carsharing-Systeme Flinkster und DriveNow werden anhand verschiedener Analysewerkzeuge etwa Auswirkungen der Systeme auf Parkdruck, Intermodalität und Fahrzeugbesitz untersucht.

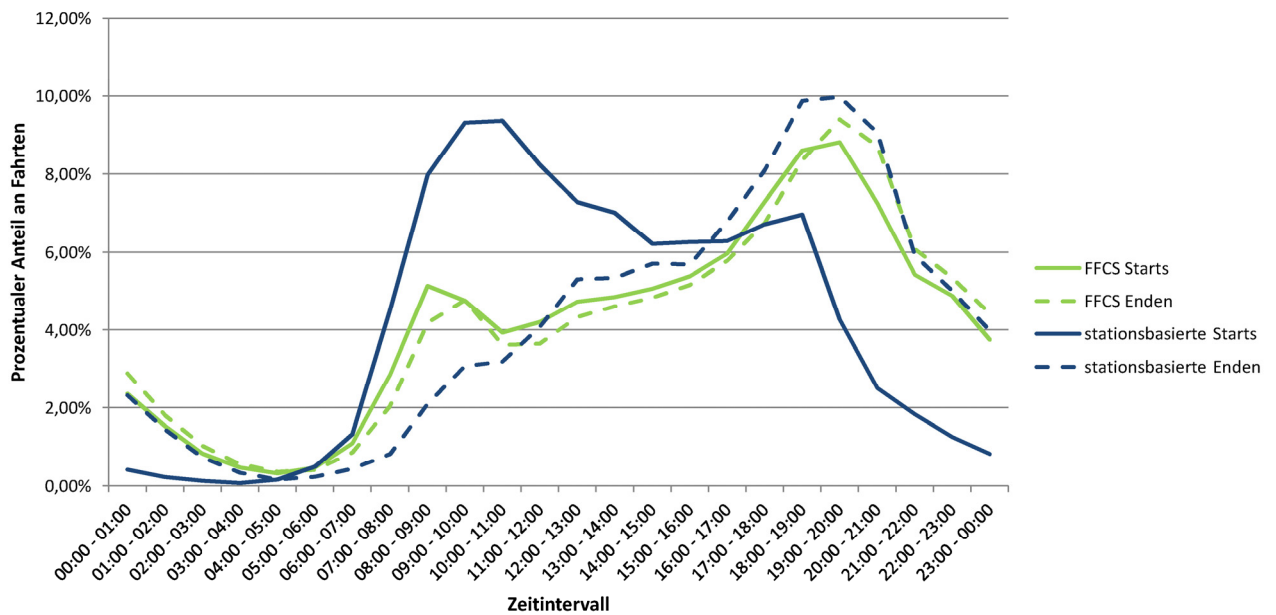
3 Die Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen

3.1 Zeitliche Nutzungsstruktur

Schmöller und Bogenberger untersuchten 2013 in ersten Analysen vor allem, wie und für welche Zwecke Carsharing genutzt wird (vgl. Schmöller/Bogenberger 2014). Zunächst wurden ein Free-Floating- und ein stationsgebundenes System in München verglichen. Die Auswertung von Buchungsdaten ergab für das betrachtete Free-Floating-Carsharing-System eine durchschnittliche Buchungsdauer von 43 Minuten, davon durchschnittlich 30 Minuten im Fahrtmodus und 12 Minuten im Parkmodus. Die durchschnittliche Distanz betrug 8,6 km. Beim betrachteten stationsgebundenen Carsharing-System dauerten die Buchungen mit durchschnittlich 837 Minuten (circa 14 Stunden) fast 20-mal so lange. Dabei wurde durchschnittlich eine Distanz von 115,4 km zurückgelegt. Im Vergleich zum Free-Floating-System wurde damit mehr als 10-mal so weit gefahren (Schmöller/Bogenberger 2014: 11). Die beiden Systeme werden für sehr unterschiedliche Fahrtzwecke genutzt und ergänzen sich somit gut. Betrachtet man den tageszeitlichen Verlauf von Buchungsbeginn und -ende (vgl. Abb. 3), kann man ebenfalls Unterschiede zwischen dem Free-Floating- und dem stationsgebundenen System erkennen. Aufgrund der kurzen Buchungsdauern von unter einer Stunde, werden beim Free-Floating-System im Tagesverlauf jeweils ähnlich viele Buchungen gestartet und beendet. Das Free-Floating-System weist sowohl bei den Buchungsstarts als auch bei den Buchungsenden zwei Spitzen auf, die erste kleinere Spitze zwischen 8 und 10 Uhr und die zweite größere Spitze zwischen 17 und 20 Uhr. In der größeren Abendspitze werden circa 32 % aller Fahrten des Free-Floating-Systems gestartet und beendet. Beim stationsgebundenen System haben jedoch Buchungsbeginn und Buchungsende unterschiedliche Schwerpunkte. Zwischen 8 und 10 Uhr starten die meisten Buchungen (circa 27 %), wohingegen aufgrund der längeren Fahrtauern die meisten Fahrzeugrückgaben erst abends zwischen 17 und 20 Uhr stattfinden (circa 37 %). Außerdem fällt auf, dass der Anteil der Fahrten, die nachts gestartet werden, beim Free-Floating-System bedeutend höher ist (Schmöller/Bogenberger 2014: 11).

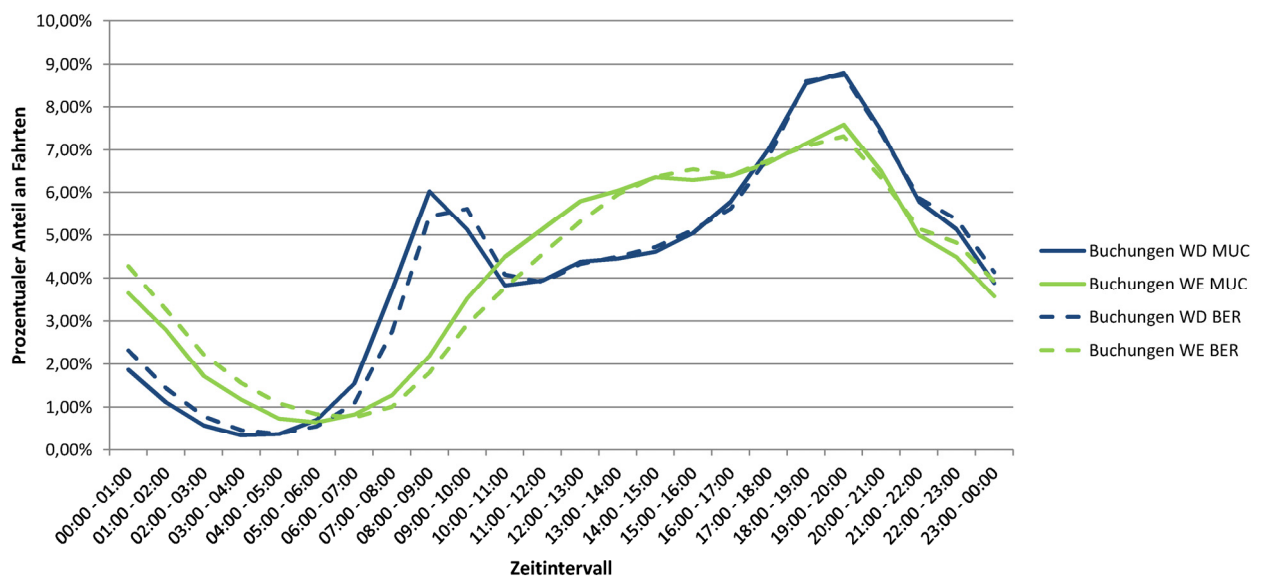
Für zwei Free-Floating-Systeme in Berlin und München führten Schmöller, Weikl, Müller und Bogenberger (2014) weitergehende Analysen durch. Zunächst wurde der tageszeitliche Buchungsverlauf separat für Werktage und Wochenenden betrachtet (vgl. Abb. 4). Dabei zeigte sich, dass die Werktagskurven der beiden Städte nahezu identisch sind mit einer ersten Buchungsspitze zwischen 8 und 10 Uhr und einer zweiten stärkeren Buchungsspitze zwischen 17 und 20 Uhr. Da diese Buchungsspitzen mit den Hauptverkehrszeiten übereinstimmen, ist ein klarer Zusammenhang mit dem Berufsverkehr erkennbar. An den Wochenenden bildet sich hingegen keine deutliche Buchungsspitze aus. Die Fahrten beginnen meist später und verteilen sich dann über den gesamten Tag. Nachts finden circa doppelt so viele Buchungen statt. Beide Kurven für Berlin sind (zumindest morgens) leicht nach rechts verschoben. Dies lässt vermuten, dass Carsharing in Berlin zwar für dieselben Zwecke genutzt wird, jedoch zeitlich etwas später. Im Vergleich mit der tageszeitlichen Nutzung der „konkurrierenden“ Verkehrsmittel anhand von Ergebnissen der Studie „Mobilität in Deutschland“ (Infas/DLR 2008) wird insbesondere deutlich, dass die Spitzenzeiten beim Carsharing später auftreten als im öffentlichen und Radverkehr, aber auch später als beim gewöhnlichen motorisierten Individualverkehr. Dies deutet darauf hin, dass entsprechend auch die Nutzungszwecke und die Nutzergruppen sich in irgendeiner Form vom bundesdeutschen Durchschnitt unterscheiden.

Abb. 3: Tageszeitlicher Verlauf von Buchungsbeginn und -ende bei einem Free-Floating- und einem stationsgebundenen Carsharing-System



Quelle: Schmöller/Bogenberger (2014: 11)

Abb. 4: Tageszeitlicher Buchungsverlauf der Free-Floating-Carsharing-Systeme in Berlin und München für Werktage (blau) und Wochenenden (grün)

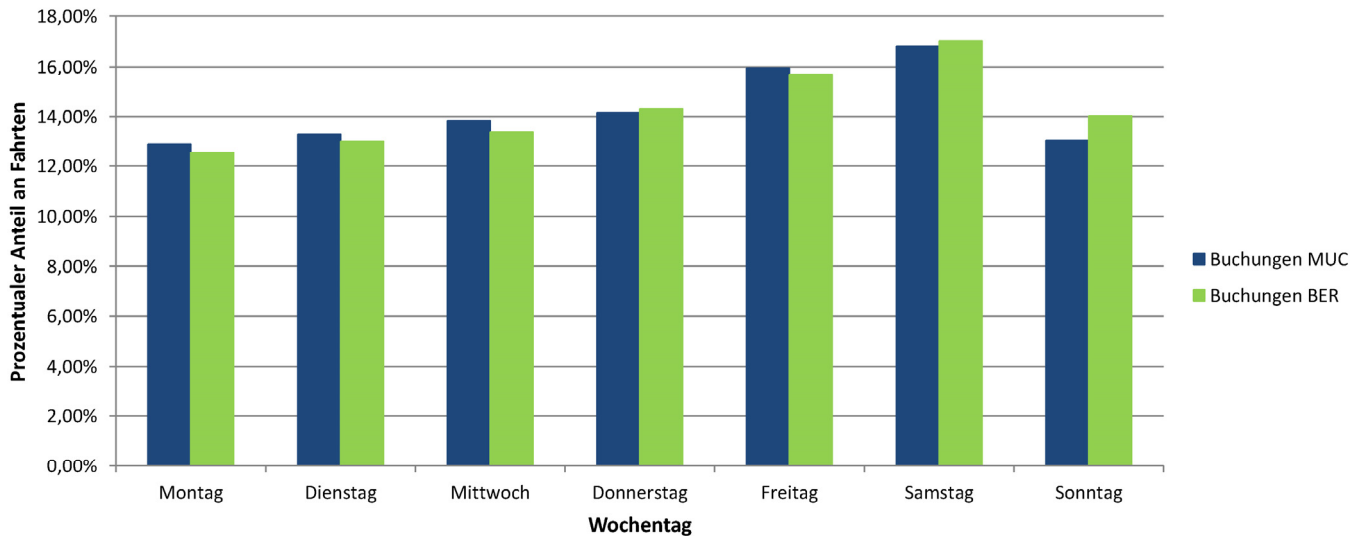


Quelle: Eigene Darstellung nach Schmöller/Weikl/Müller et al. (2014)

Auch die Verteilung der Buchungen über die einzelnen Wochentage wurde für die Free-Floating-Systeme untersucht. Diese Verteilung ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Buchungsanzahl bleibt von Sonntag bis Donnerstag in etwa gleich, während an Freitagen und Samstagen ein deutlicher Anstieg der Buchungsfrequenz erkennbar ist. Diese Nutzungsstruktur führt zu der Annahme, dass Carsharing hauptsächlich für Einkäufe und Freizeit Zwecke genutzt wird, was durch die Ergebnisse von Müller/Schmöller/Giesel (2015) im Grunde bestätigt werden kann. Der Buchungsrückgang von Samstag

auf Sonntag kann auf die fehlenden Einkaufsmöglichkeiten am Sonntag zurückgeführt werden.

Abb. 5: Wochenverlauf der Buchungen bei einem Free-Floating- und einem stationsgebundenen Carsharing-System



Quelle: Schmöllner/Weigl/Müller et al. (2014)

3.2 Räumliche Nutzungsstruktur

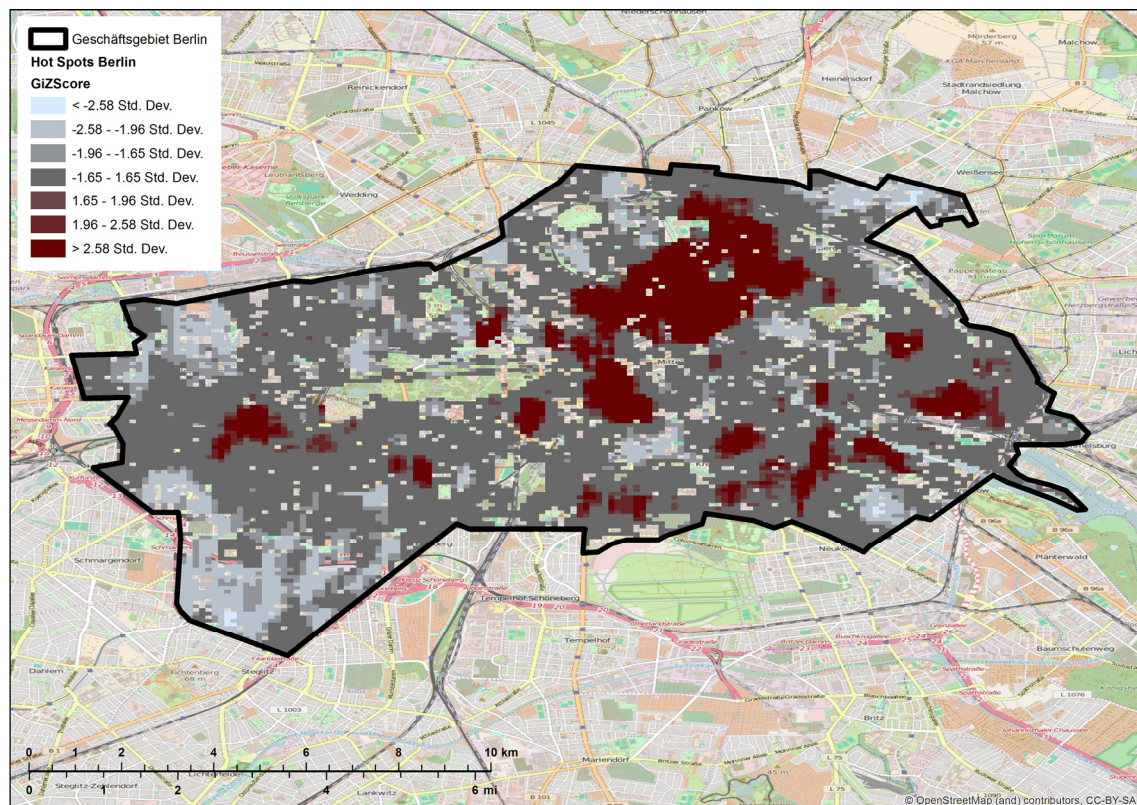
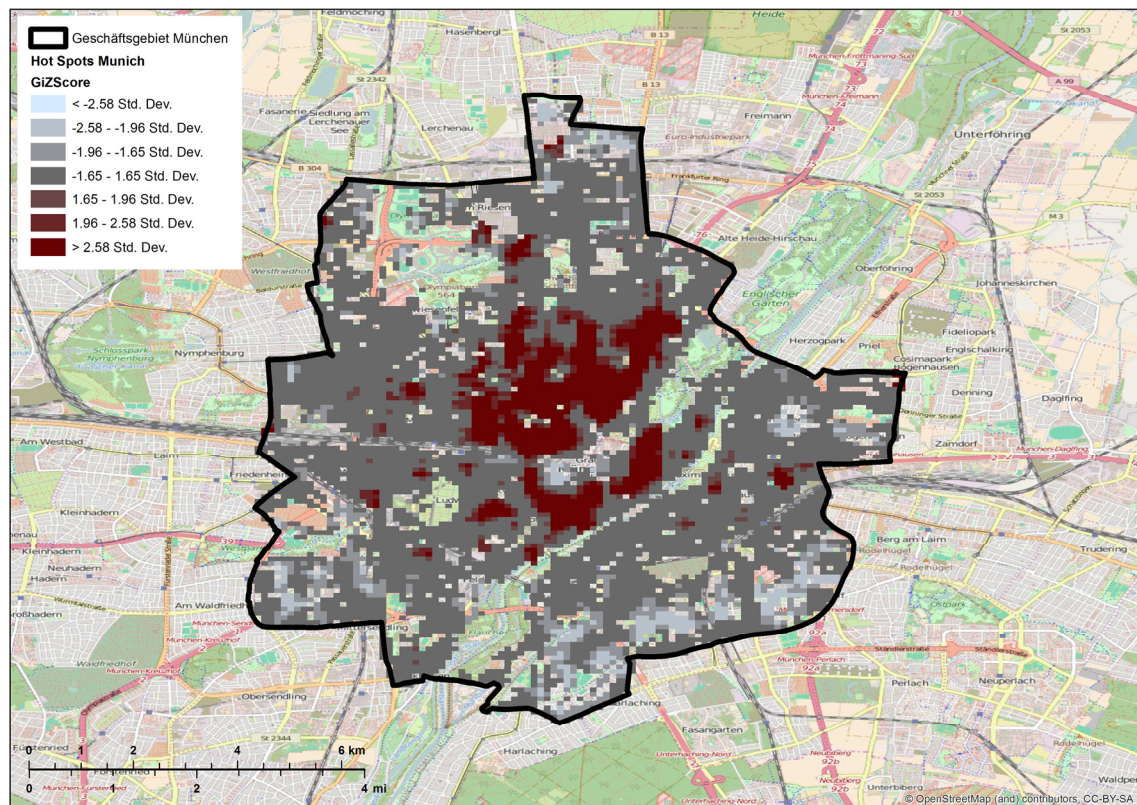
Da bezüglich der zeitlichen Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen Unterschiede zwischen dem Free-Floating- und dem stationsgebundenen System in München identifiziert wurden, wurden die beiden Systeme durch Schmöllner und Bogenberger (2014) zusätzlich bezüglich ihrer räumlichen Nutzungsstruktur untersucht. Dazu wurde die Häufigkeit der Buchungsenden der beiden Systeme in den einzelnen Parkquartieren verglichen (vgl. Abb. 6). Beim stationsgebundenen System entspricht dies aufgrund der Rundfahrten der Buchungshäufigkeit pro Quartier. Beim stationsgebundenen System unten verfügen alle Gebiete im Bereich der Altstadt über einen geringen Nutzungsgrad. Eine Ausnahme stellt ein kleiner Bereich im Süden der Altstadt dar. Mit wachsender Distanz zum Altstadtring steigt die Buchungshäufigkeit in den Quartieren. Das Free-Floating-System weist eine abweichende räumliche Verteilung der Buchungsenden auf. Die Gebiete mit hoher Frequentierung befinden sich in der Innenstadt und nördlich davon im Bereich der Universitäten, wohingegen die westlichen Gebiete eine geringere Frequentierung aufweisen. Diese Unterschiede können durch die Stadtstruktur und die unterschiedlichen Eigenschaften der Systeme erklärt werden. Die Innenstadt verfügt über zahlreiche Arbeitsplätze und Einkaufsmöglichkeiten. Fahrten in die Innenstadt sind also häufig Ein-Weg-Fahrten, die mit Free-Floating-Systemen am besten durchgeführt werden können. Die Gebiete mit größerem Abstand zum Altstadtring sind meist Wohngebiete. Die Rundfahrten des stationsgebundenen Systems finden dort aufgrund der typischen Aktivitätsketten Daheim–Arbeit–Daheim oder Daheim–Einkaufen–Daheim statt.

Abb. 6: Buchungsfrequenz des stationsgebundenen Systems pro Gebiet (unten),
Häufigkeit der Buchungsenden des Free-Floating-Systems pro Gebiet (oben)



Quelle: Schmöller/Weikl/Müller et al. (2014)

Abb. 7: Hot Spots der Buchungen für ein Free-Floating-Carsharing-System in München (oben) und Berlin (unten)



Quelle: Schmöllner/Weigl/Müller et al. (2014)

Für die betrachteten Free-Floating-Systeme in Berlin und München führten Schmöl-ler/Weigl/Müller et al. (2014) weitergehende räumliche Analysen durch. Dazu wurden Hot Spots der Buchungen berechnet. Die Geschäftsgebiete wurden mit einem Netz quadratischer Zellen mit Kantenlänge 100 Meter überlagert. Hot Spots sind diejenigen Zellen, die im Vergleich zum Durchschnittswert aller Zellen eine statistisch signifikant höhere Buchungsanzahl aufweisen. Diese Hot Spots sind in Dunkelrot in Abbildung 7 dargestellt. Berlin weist mehrere Ansammlungen von Hot Spots in verschiedenen Regionen des Geschäftsgebiets auf. Das betrachtete Carsharing-System zeichnet sich durch eine polyzentrische Buchungsstruktur aus. Die Hot Spots des Free-Floating-Systems in München sind dagegen im Stadtzentrum konzentriert, das sich in der Mitte des Geschäftsgebiets befindet. Die Buchungsverteilung in München ist somit monozentrisch. Die Unterschiede zwischen Berlin und München zeigen, dass räumliche Carsharing-Buchungsmuster stark von der Geometrie der jeweiligen Stadt abhängen. Da Berlin eine Stadt mit mehreren Stadtzentren ist, wird Carsharing räumlich polyzentrisch genutzt. Das einzige Stadtzentrum von München bewirkt eine monozentrische Carsharing-Buchungsstruktur.

3.3 Soziodemografische Nutzungsstruktur

Neben der zeitlichen und räumlichen Analyse der Carsharing-Buchungen kann eine Überlagerung der Buchungen mit soziodemografischen Daten zusätzliche Einflussfaktoren identifizieren, die sich positiv auf die Carsharing-Nutzung auswirken. Müller, Bogenberger und Schmöl-ler (2015) führten dazu 2014 anhand der Buchungsdaten eines Jahres (November 2011 bis Oktober 2012) eine Regressionsanalyse durch. Die verwendeten soziodemografischen Daten stammten ebenfalls aus dem Jahr 2012 (infas 2012).³ Die erhobenen soziodemografischen Merkmale wurden über eine eigens dafür entworfene räumliche Struktur zellenweise kumuliert. Diese Wohnquartiere wurden so gewählt, dass sie sich zwar flächenmäßig zum Teil erheblich unterschieden, bezüglich der Einwohner jedoch eine homogene Einheit bildeten. Anschließend wurde die Anzahl der gesamten Buchungen pro Wohnquartier gezählt. Dieser Wert wurde mit den vorliegenden soziodemografischen Daten auf Korrelationen hin untersucht. Von den Buchungsdaten wurden nur die Fahrten genommen, die von „heavy usern“ durchgeführt wurden. Da festgestellt wurde, dass sich rund 80 % aller Buchungen auf etwa 20 % der Nutzer verteilen, wurden diese Nutzer als „heavy user“ definiert. In Berlin wurden somit nur Fahrten von Nutzern mit mehr als 19 Fahrten, in München nur Fahrten von Nutzern mit mehr als 15 Fahrten untersucht. Grund für diese Spezifikation war, dass zur Typisierung des Nutzers nur möglichst Carsharing-affine Personen betrachtet werden sollten.

Die erste festgestellte Auffälligkeit war, dass Free-Floating besonders gut in Wohnquartieren funktioniert, in denen der Anteil der Menschen im berufstätigen Alter hoch ist. Es wurde festgestellt, dass die meisten Nutzer von Free-Floating-Carsharing zwischen 25 und 34 Jahren alt sind (Müller/Schmöller/Giesel 2015: 2569). Allerdings zeigt sich in der Regressionsanalyse kein homogenes Bild für Berlin und München.

In Berlin funktioniert Free-Floating-Carsharing tendenziell besser in Wohnquartieren, in denen mehr Menschen zwischen 6 und 14 Jahren und 40 und 54 Jahren wohnen. Dies sind typischerweise Wohngebiete, in denen Familien mit schulpflichtigen Kindern wohnhaft sind. In München zeigt sich hier ein Unterschied: Positiv wirkt sich hier nur ein erhöhter Anteil von 25- und 49-Jährigen auf die Anzahl der Buchungen aus. In Gebieten

³ Vgl. <http://infas360.de> (12.07.2016).

mit Kindern funktioniert Free-Floating-Carsharing tendenziell schlechter, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Familien mit Kindern in München diese Form des Carsharing eher nicht nutzen. Auch im Zusammenhang mit der deutlich höheren Kaufkraft pro Person in München kann vermutet werden, dass der Besitz eines Autos für diese Personengruppe als wahrscheinlicher gilt.

Auf der Suche nach anderen wichtigen soziodemografischen Einflussvariablen wurde mittels eines linearen Regressionsmodells identifiziert, welche Variablen den größten Einfluss auf die Buchungszahlen haben. In Tabelle 1 sind für Berlin und München jeweils die fünf erklärungsstärksten Variablen aufgelistet. In Berlin können mit den ersten fünf Variablen bereits 70 % der Daten erklärt werden. Der auffälligste lineare Zusammenhang ist dabei zwischen Buchungszahl und Anzahl an Dienstleistungen mittlerer Größe auszumachen. Mit dieser Einflussgröße ist die Anzahl an mittelgroßen Restaurants, Cafés, Einzelhandelsbetrieben und Ähnlichem gemeint. Dass diese Variable erheblichen Einfluss hat, zeigt, dass nicht nur die Altersstruktur vor Ort eine Rolle spielt, sondern auch, dass Orte vorhanden sind, die attraktiv für das öffentliche Leben in der Stadt sind.

In München fällt der Wert des R^2 deutlich geringer aus. Auch ist die Korrelation mit einigen Variablen wie z. B. „Entfernung Flughafen“ als eine Scheinkorrelation zu werten. Da das Stadtzentrum Münchens selbst nicht Teil des Geschäftsgebiets ist und es auch sonst viele Sperrzonen für das Parken von Free-Floating-Carsharing-Fahrzeugen gibt, ist eine lineare Regression in diesem Fall kein geeignetes Mittel, um unterschiedliche Buchungsfrequenzen zu erklären.

Als entscheidender scheint hier schlichtweg die Verfügbarkeit von Parkplätzen zu sein. Diese ließe sich durch die Länge der Straßenzüge messen. Eine ebenfalls untersuchungswerte Einflussgröße ist der Parkdruck in der jeweiligen Region. Da Parkraumbewirtschaftung nur in Gebieten mit nachweislich hohem Parkdruck durchgeführt werden kann, wäre die Höhe der Parkgebühren eine quantitative Größe für den vorherrschenden Parkdruck, die in Korrelation mit den Buchungszahlen gesetzt werden kann.

Tab. 1: Wichtigste Einflussgrößen für die Anzahl an Buchungen im Free-Floating-Carsharing in Berlin und München. Die R^2 -Werte gelten jeweils für das kumulierte lineare Modell mit allen darüberstehenden Einflussgrößen

Berlin	R^2	Effekt	München	R^2	Effekt
Dienstleistungen mittel	0.510	+	Ämter und Behörden mittel	0.292	+
Anzahl Firmen groß (ca. 100 und mehr Beschäftigte)	0.565	+	Anzahl Firmen groß (ca. 100 und mehr Beschäftigte)	0.325	+
Entfernung Autobahnanschluss	0.606	+	Entfernung Flughafen	0.355	-
Angebotskaltmiete als Index (BRD=100)	0.634	+	Fläche des Wohnquartiers	0.378	+
Entfernung ICE-Bahnhof	0.655	-	Entfernung ICE-Bahnhof	0.410	-

Quelle: Müller/Bogenberger/Schmöller (2015: 80)

3.4 Einfluss des Wetters auf die Nutzung von Carsharing-Systemen

Müller, Bogenberger und Schmöller (2015) untersuchten den Einfluss der Wetterlage auf die Nutzung von Carsharing-Systemen. Die zurate gezogenen Wetterdaten stammten aus der Hand des Deutschen Wetterdienstes.

Die Vermutung liegt nahe, dass Free-Floating-Carsharing-Systeme bei „schlechtem Wetter“ häufiger genutzt werden als an „Schönwettertagen“. Eine genaue Definition von schlechtem Wetter existiert nicht, da es sich um eine subjektive Meinung handelt. Dennoch kann man einschätzen, wann man eher dazu geneigt ist, ein Auto für seinen Weg als Fortbewegungsmittel zu nehmen. Für die vorgenommene Analyse wurden folgende Szenarien als „Schlechtwetterlage“ angesehen:

- Temperatur:
 - Winter (Dezember, Januar, Februar) < -2 °C
 - Frühling (März, April, Mai) < 5 °C
 - Sommer (Juni, Juli, August) < 15 °C
 - Herbst (September, Oktober, November) < 5 °C
- Niederschlag pro Stunde: > 0,5 mm
- Windstärke: > 3 Bft

Diese Festlegungen orientieren sich an Angaben des Deutschen Wetterdienstes. Demnach sind oben angegebene Temperaturen für die jeweilige Jahreszeit „kalt“ (Winter, Frühling, Herbst) oder „sehr kühl“ (Sommer).⁴ Niederschläge von mehr als 0,5 mm kann man als mäßigen oder starken Niederschlag werten und Windstärken von 4 Bft oder mehr sind mäßige oder stärkere Winde.⁵

Falls mindestens eine dieser Bedingungen für die jeweilige Stunde im Untersuchungszeitraum zutraf (logisches UND/ODER), wurde die neue binäre Dummy-Variable „Schönwetter“ auf „0“ gesetzt. Anschließend wurden die Buchungen pro Stunde kumuliert und mit der Dummy-Variable „Schönwetter“ verknüpft. Die Anzahl der Buchungen wurde im Folgenden nach Stunden und Monaten unterschieden aufaddiert und mit der Anzahl der Schönwettertage (pro Monat und pro Stunde) normiert. Es wurde dabei nur der Zeitraum zwischen 6 und 24 Uhr betrachtet. In der einen Spalte ist somit die Verteilung der Buchungszahlen über den Tag zu „Schönwetterstunden“, in der anderen die Verteilung zu „Schlechtwetterstunden“ aufgelistet. Als sinnvoll erwies sich eine Unterscheidung nach Stunden (vgl. Tab. 2).

Mittels des gepaarten zweiseitigen t-Tests lässt sich testen, ob diese Verteilungen abhängig voneinander sind oder sich signifikant unterscheiden. Die p-Werte der Tests sind in Tabelle 2 rechts aufgelistet. Es ist ersichtlich, dass zwischen 18 und 19.59 Uhr die p-Werte beim t-Test mit 0,05 bzw. 0,06 sehr gering sind. Damit liegt die Wahrscheinlichkeit, dass es zu diesen Tageszeiten bei schlechtem Wetter mehr Buchungen gibt als an Tagen mit schöner Wetterlage, bei je circa 95%.

⁴ Vgl. https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/W/Wetterelementeformulierungen_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (12.07.2016).

⁵ Vgl. <http://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100310&lv3=100390> (12.07.2016).

Tab. 2: T-Werte, Freiheitsgrade und p-Werte des t-Tests, Teststatistik: Buchungen an Schlechtwettertagen (normiert) – Buchungen an Schönwettertagen (normiert)

Uhrzeit	T	df	p-Wert
6h	1,189	9	0,265
7h	-0,777	9	0,457
8h	0,917	10	0,381
9h	0,602	9	0,562
10h	1,449	9	0,181
11h	-1,382	8	0,204
12h	0,895	7	0,4
13h	1,384	9	0,2
14h	0,623	7	0,553
15h	1,1	8	0,303
16h	1,054	9	0,319
17h	-0,929	8	0,38
18h	2,312	8	0,05
19h	2,148	9	0,06
20h	1,135	7	0,294
21h	0,555	8	0,594
22h	1,053	9	0,32
23h	0,557	9	0,591

Quelle: Müller/Bogenberger/Schmöller (2015: 78)

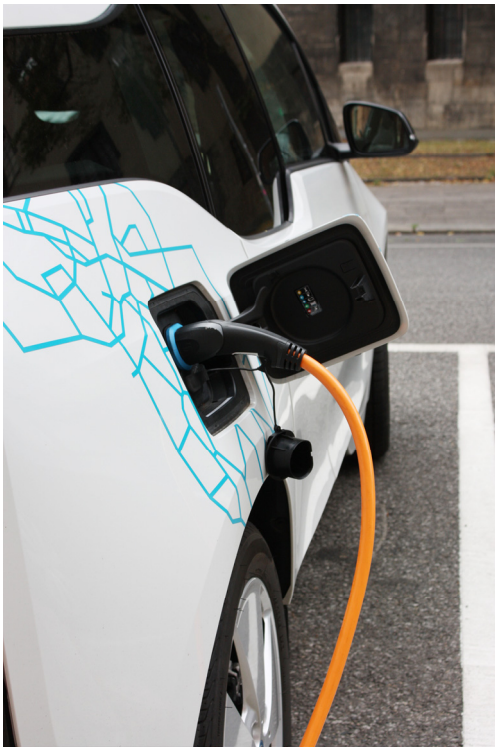
Eine Erklärung dieses Ergebnisses ist, dass während des Berufsverkehrs unternommene Fahrten unternommen werden, egal welche Wetterlage vorherrscht. Nach Feierabend jedoch ist man bei schlechtem Wetter eher dazu bereit, den zu unternehmenden Weg mit dem Auto zurückzulegen.

4 Elektrofahrzeuge im Carsharing

In den letzten Jahren wurden zunehmend Elektrofahrzeuge in die Carsharing-Flotten integriert oder sogar rein elektrisch betriebene Carsharing-Systeme aufgebaut. Kunden des Systems Flinkster der Deutschen Bahn AG haben Zugang zu über 100 Elektrofahrzeugen. Auch andere Firmen bieten bereits Elektrofahrzeuge an. Außerdem stellt beispielsweise in Berlin das rein elektrische Carsharing-Konzept „Citroën Multicity“ 350 Fahrzeuge mit Elektroantrieb für Kunden bereit. Abbildung 8 zeigt exemplarisch ein Elektrofahrzeug eines Carsharing-Systems beim Laden.

Vor dem Hintergrund des ambitionierten Ziels der deutschen Bundesregierung von einer Million zugelassener Elektrofahrzeuge bis 2020, bieten Carsharing-Systeme eine gute Werbeplattform für dieses innovative umweltschonende Antriebskonzept. Die neuesten E-Fahrzeugmodelle sind im Rahmen der Carsharing-Nutzung im Stadtbild sichtbar. Elektromobilität kann im Carsharing ausprobiert und erlebt werden. Somit können Kundenhemmnisse wie beispielsweise die sogenannte Reichweitenangst abgebaut werden. Aufgrund der geringen Distanzen und Fahrdauern im Free-Floating-Carsharing eignen sich Elektrofahrzeuge vor allem für diese Konzepte.

Abb. 8: Elektrofahrzeug eines Carsharing-Systems beim Laden



Quelle: Felix Nowack

Die meisten Elektrofahrzeuge besitzen nach heutigem Stand der Technik „nur“ Gesamtreichweiten von rund 150 km. Der Betreiber des Carsharing-Systems muss diese Fahrzeuge somit viel stärker als herkömmliche Fahrzeuge „monitoren“ und auch immer wieder gezielt ins System eingreifen, um die Fahrzeuge aufzuladen. Der psychologische Effekt der sogenannten Reichweitenangst bei Elektrofahrzeugen verstärkt diesen Effekt noch, der Carsharing-Anbieter muss dem Kunden quasi immer ein vollgeladenes Fahrzeug zur Verfügung stellen. Die Integration von Elektrofahrzeugen in Carsharing-Flotten ist also mit zusätzlichem logistischem Aufwand verbunden. Dieser fällt bei stationsgebundenen Systemen geringer aus, da jedem E-Fahrzeug eine bestimmte Station mit Ladesäule zugeordnet werden kann. Durch die Rundfahrten und somit die Rückkehr des Fahrzeugs zur Ausgangsstation ist eine rechtzeitige Wiederaufladung des Fahrzeugs nach jeder Nutzung gewährleistet. Anders ist dies bei Free-Floating-Carsharing-Systemen, die Ein-Weg-Fahrten zu beliebigen Parkplätzen im Geschäftsgebiet erlauben. Elektrofahrzeuge landen nach der Nutzung nicht automatisch wieder an einer Ladesäule. Sie müssen spätestens nach Erreichen eines kritischen Ladestands entweder durch den Kunden (mittels Anreiz- oder Bonussystem) oder den Betreiber an eine Ladestation (dezentral oder zentral) im Geschäftsgebiet gebracht werden. Bezüglich des Betriebs und der Nutzung von Elektrofahrzeugen im Free-Floating-Carsharing stellen sich somit wichtige Fragen, wie:

1. Sind im Geschäftsgebiet genügend Ladesäulen für eine dezentrale Ladestrategie vorhanden oder muss zentral (z. B. in einem Parkhaus oder Depot) geladen werden?
2. Ab welchem Ladestatus greife ich in den Betrieb ein und veranlasse eine Aufladung der E-Fahrzeuge?
3. In welcher Form wird ein solcher Eingriff vorgenommen?

4. Welche Steuerungs- und Reallokationsstrategien können zur optimalen Aufladung und anschließender (Wieder-)Verteilung der Elektrofahrzeuge im Geschäftsgebiet beitragen?

Während die Frage der Reallokation – wenn auch nicht gezielt für Elektrofahrzeuge – z. B. in Weikl/Bogenberger (2013) oder Jorge/De Correia/Barnhart (2013) schon gut untersucht wurde, gibt es für die anderen Fragen noch keine tiefergehenden Untersuchungen, sodass Betreiber bzw. deren Flottenmanager diese meist situationsanhängig „aus dem Bauch heraus“ beantworten müssen.

Unabhängig vom logistischen Aufwand für E-Fahrzeuge werden Fahrzeuge im Free-Floating-Carsharing permanent umgesetzt und landen so zwangsläufig auch in Stadtteilen geringerer Nachfrage, während sie in Gebieten hoher Nachfrage benötigt werden. Aus Kundensicht sind ein optimales Angebot für die individuelle Mobilität und ein möglichst hoher Versorgungsgrad zu schaffen. Das Prinzip der „Mobilität auf Knopfdruck“ ist aufgrund von Angebotsengpässen noch nicht immer zuverlässig gewährleistet. Es sollte also entweder bei der Notwendigkeit der Aufladung von E-Fahrzeugen und/oder bei Vorhandensein eines Ungleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage eine Auflade- und/oder Reallokationsstrategie angewandt werden.

5 Fazit

Den noch relativ „jungen“ Anbietern von Free-Floating-Carsharing ist es gelungen, neue Kundengruppen zu erschließen. Junge, männliche Kunden im Alter zwischen 25 und 40 Jahren mit überdurchschnittlichem Einkommen und Hochschulabschluss greifen besonders gerne auf diese Angebote in Großstädten zurück und nutzen die Fahrzeuge für sogenannte Ein-Weg-Fahrten. Gebucht wird quasi ausschließlich über Internet bzw. Mobiltelefon-Applikationen. Dementsprechend bilden sich Nutzungsschwerpunkte in Wohnvierteln dieser Bevölkerungsgruppe aus bzw. in Quartieren, die von diesen gerne besucht werden. Ein Beispiel hierfür sind die typischen Ausgehviertel der Großstädte.

Interessant ist auch das zeitliche Nutzungsverhalten, gerade an Wochenenden und in den späteren Abendstunden sind Zeiträume hoher Nutzung zu beobachten. Die Kunden nutzen das System also zu Zeiten, in denen der ÖPNV meist sein Angebot bereits ausgedünnt hat. Free-Floating-Carsharing-Systeme werden bisher ausschließlich in größeren Städten angeboten und es ist aufgrund des Konzepts und des Geschäftsmodells auch nicht davon auszugehen, dass diese Systeme in kleineren Städten und in ländlichen Räumen wirtschaftlich betrieben werden können.

Aus den typischen räumlichen Grunddaten bzw. soziodemografischen Daten lassen sich somit bereits a priori, also vor Inbetriebnahme, Nutzungsschwerpunkte und Nutzungszeiträume prognostizieren. Kommunen könnten dies in Zukunft nutzen, um moderne Carsharing-Systeme als Ergänzung zum ÖPNV-Angebot zu etablieren und anzubieten. Es ist außerdem vorstellbar, dass Kommunen „mit ÖPNV unterversorgte“ Gebiete durch ein derartiges Sharing-Modell „erschließen“ lassen.

Literatur

- Baum, H.; Heinicke, B.; Mennecke, C. (2012): Carsharing als alternative Nutzungsform für Elektromobilität. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 83 (2), 63-109.
- Chen, T.D.; Kockelman, K.M. (2015): Carsharing's Life-Cycle Impacts on Energy Use and Greenhouse Gas Emissions.
http://www.caee.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/TRB15carsharingLCA.pdf
 (12.07.2016).
- Graf, A. (2013): Car2Go und die Zukunft des Carsharings.
<http://www.kassenzone.de/2013/08/31/car2go-die-zukunft-des-carsharings/> (12.07.2016).
- Harding, J. (2013): Aktuelle Entwicklungen im Bereich Carsharing – Fluch oder Segen für Verkehrsbetriebe? In: Straßenverkehrstechnik 57 (4), 222-227.
- Infas – Institut für angewandte Sozialforschung; DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2008): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Bonn, Berlin.
- Jorge, D.; De Correia, G.H.A.; Barnhart, C. (2013): Comparing optimal relocation operations with simulated relocation policies in one-way carsharing systems. In: TRB 2013 Annual Meeting.
<http://amonline.trb.org/trb-59976-2013a-1.2504412/t13026-1.2514565/818-1.2512252/13-4559-1.2514566/13-4559-1.2514569?qr=1> (12.07.2016).
- Landeshauptstadt München, Kreisverwaltungsreferat; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2015): WiMobil: Carsharing und Elektromobilität – ein Praxisleitfaden für Kommunen. München, Berlin.
- Loose, W.; Mohr, M.; Nobis, C.; Holm, B.; Bake, D. (2004): Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Car-Sharing. Bremerhaven. = Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen 114.
- Maertins, C. (2006): Die intermodalen Dienste der Bahn: Mehr Mobilität und weniger Verkehr? Wirkungen und Potenziale neuer Verkehrsdienstleistungen. Berlin. = WZB discussion paper SP III 2006-101.
- Magg, C.; Oppolzer, L.; Roth, C. (2014): Shared Mobility – Potenziale und Grenzen neuer Carsharing-Systeme. Köln, 638-654. = Tagungsbericht Heureka 14.
- Martin, E.W.; Shaheen, S.A. (2011): Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America. In: Transactions on Intelligent Transportation Systems 12 (4), 1074-1086.
- Martin, E.; Shaheen, S.A.; Lidicker, J. (2010): Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings. In: Transportation Research Record 2143, 150-158.
- Müller, J.; Bogenberger, K.; Schmöller, S. (2015): Empirische Datenanalyse von Free Floating Car Sharing-Systemen. In: Straßenverkehrstechnik 79 (2), 75-80.
- Müller, J.; Schmöller, S.; Giesel, F. (2015): Identifying Users and Use of (Electric-) Free-Floating Carsharing in Berlin and Munich. In: IEEE Conference Publications, 18th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2015). Las Palmas, 2568-2573.
- Schmöller, S.; Bogenberger, K. (2014): Analyzing External Factors on the Spatial and Temporal Demand of Car Sharing Systems. In: Procedia – Social and Behavioral Sciences 111 (2), 8-17.
- Schmöller, S.; Weikl, S.; Müller, J.; Bogenberger, K. (2014): Empirical Data analysis of Free-Floating Carsharing Systems. In: TRB 2014 Annual Meeting.
<http://amonline.trb.org/trb-59976-2014-1.2467145/t-1117-1.2486166/632-1.2477118/14-4410-1.2486348/14-4410-1.2486351?qr=1> (12.07.2016).
- Schwieger, B. (2011): Second Generation Car-Sharing: Developing a new mobility services target groups and service characteristics. Saarbrücken.
- Weikl, S.; Bogenberger, K. (2013): Relocation strategies and Algorithms for Free-Floating Car Sharing Systems. In: Intelligent Transportation Systems Magazine 5 (4), 100-111.
- Wilke, G. (2007): Zukunft des Car-Sharing in Deutschland: Schlussbericht. Wuppertal.

Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Klaus Bogenberger** (*1971) hat an der TU München Bauingenieurwesen studiert. Nach dem Studium promovierte er über „Adaptive Fuzzy Systeme zur Zuflusssdosierung“, ebenfalls an der TU München. Die Veröffentlichung und der Vortrag zu diesem Thema wurden mit dem Heureka-Preis 2002 ausgezeichnet. Seine berufliche Karriere begann 2001 bei der BMW AG, dort war er insgesamt fünf Jahre im Bereich „Wissenschaft und Verkehr“ tätig. Dabei leitete er F+E Projekte, wie z.B. INVENT und AKTIV und beschäftigte sich inhaltlich mit Themen wie Verkehrsinformationen, Navigation und Fahrerassistenz. Anschließend wechselte er in den Bereich des „BMW-Qualitätsmanagements“ und war dort zuständig für Produktqualität und Produkthaltungsfragen im Bereich Dieselmotoren, Getriebe und Infotainmentsysteme. Von 2008 bis 2012 war er geschäftsführender Gesellschafter bei der TRANSVER GmbH. Seit 01.01.2012 leitet Klaus Bogenberger die Professur „Verkehrstechnik“ am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung der Universität der Bundeswehr München. Dort forscht er unter anderem zu den Themen Carsharing, Bikesharing und Elektromobilität.

Dipl.-Math. **Simone Weigl** (*1987) hat an der TU München Diplom-Mathematik mit den Nebenfächern Wirtschaft und Informatik studiert. In ihrer abschließenden Diplomarbeit beschäftigte sie sich schwerpunktmäßig mit mathematischen Optimierungsmethoden. Seit 01.01.2012 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung. Dort forscht sie zum Thema Reallokation von Fahrzeugen in Free-Floating-Carsharing-Systemen.

Dipl.-Math. **Stefan Schmöller** (*1987) hat an der TU München Diplom-Mathematik mit den Nebenfächern Wirtschaft und Informatik studiert. In seiner abschließenden Diplomarbeit beschäftigte er sich schwerpunktmäßig mit heuristischen Lösungsverfahren für mathematische Optimierungsprobleme. Seit 01.11.2012 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung. Dort forscht er zum Thema Nutzung und Umweltwirkung von Fahrzeugen in Free-Floating-Carsharing-Systemen.

Dipl.-Math. **Johannes Müller** (*1986) hat an der Ludwig-Maximilians-Universität München Diplom-Mathematik mit dem Nebenfach Angewandte Statistik studiert. In seiner Diplomarbeit beschäftigte er sich mit der theoretischen Darstellung und der praktischen Anwendung von Zero-Knowledge-Beweisen. Seit dem 01.11.2012 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Analyse von Buchungsdaten von Free-Floating- und stationsbasierten Carsharing-Systemen. In seinem aktuellen Projekt modelliert er Buchungsdaten mithilfe von Zeitreihen und untersucht externe Einflüsse auf Carsharing-Nutzungen.